

Beschreibung

Verfahren zur Übertragung von Datenpaketen

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Übertragung von Datenpaketen zwischen Netzknoten eines optischen Netzes, bei dem zunächst ein Übertragungskanal reserviert wird, dann die Verbindung geschaltet wird und anschließend in Datenbursts, die jeweils mehrere Datenpakete enthalten, übertragen werden.

10

Bei der Datenübertragung über zukünftige optische Netze wird das sogenannte Optical Burst Switching OBS verwendet werden. Hierbei werden mehrere Datenpakete (beispielsweise IP-Pakete) zu sogenannten Datenbursts akkumuliert und dann über einen Datenkanal eines entsprechend konzipierten optischen Netzes gesendet. Der Datenkanal entspricht einer bestimmten Wellenlänge eines Wellenlängenmultiplexsignals (WDM/DWDM), das gleichzeitig mehrere optische Einzelsignale (Kanäle) über eine optische Faser überträgt. Über einen dieser Übertragungskanal können mehrere unterschiedliche Nachrichten übertragen, denen zugehörige Folgen von Bursts zugeordnet sind. Bei höherem Verkehrsaufkommen kommt es zu größeren Verzögerungen bei der Aussendung der Datenbursts, da weniger freie Zeitschlitze zur Übertragung der Bursts zur Verfügung stehen. Die Blockierungswahrscheinlichkeit wird durch ein "Two-way-Reservation-OBS-Network", 2WR-OBS, reduziert, bei dem ein Reservierungssignal ausgesendet wird und von einem empfangenen Netzknoten auch die Bestätigung erfolgt.

30 Bei dem sogenannten λ -Switching, bei dem mehrere Wellenlängen (Kanäle) eines WDM/DWDM-Systems zur Übertragung zur Verfügung stehen, ist die Schaltgranularität eine Wellenlänge. Folglich wird auch bei niedrigem Verkehrsaufkommen ein vollständiger Übertragungskanal belegt; man spricht von einer hoher "Wavelength Consumption". Keines dieser bekannten Verfahren ist
35 optimal, wenn man die wesentlichen Kriterien Zeitverzögerung,

Blockierungswahrscheinlichkeit und Nutzung des Übertragungskanals zugrunde legt.

5 Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein verbessertes Verfahren zur Übertragung von Datenpaketen zwischen Netzknoten eines optischen Netzes anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 gelöst.

10

Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben

15 Der entscheidende Vorteil bei diesem Verfahren ergibt sich durch den weiter bestehende Übertragungskanal nach der Übertragung eines Datenbursts. Während dieser sogenannten Consecutive-Phase werden Datenpakete "on-the-fly" ohne oder mit einer minimalen Verzögerung übertragen, da sie nicht zuerst zu einem Burst zusammengefasst. Die freie Übertragungskapazität wird so lange genutzt bis der Datenkanal, wenn kein anderer Datenkanal bzw. keine andere Wellenlänge zur Verfügung steht, von einer anderen Verbindung zur Übertragung von deren zu Bursts zusammengefassten Datenpaketen benötigt wird.

25 Nur während der Consecutive-Phase kann die bestehende Verbindung zur Übertragung eines Datenbursts einer anderen Datenquelle unterbrochen werden.

30 Die vorteilhaften Funktionen der bekannten Burst Switching-Methoden können bei diesem System genutzt werden. So erfolgt die Reservierung einer Verbindung nach dem Two-way-Reservation-OBS-Prinzip, um die Blockierungswahrscheinlichkeit zu minimieren.

35 Ebenso kann das erfinderische Verfahren bei bidirektionalen Verbindungen angewendet werden, wobei dann eine Signalisie-

rung des Verbindungsendes in der Consecutive-Phase an beide betroffenen Netzknoten erfolgt.

Die Erfindung wird anhand von Figuren näher erläutert.

5

Es zeigen

Figur 1 die Nutzung der Übertragungskapazität bei herkömmlichen "Optical Burst Switching" (OBS),

10

Figur 2 die Nutzung der Übertragungskapazität bei dem erfindungsgemäßen Verfahren,

Figur 3 ein Prinzipschaltbild eines optischen Netzes und

15

Figur 4 den Vergleich des erfinderischen Verfahrens mit herkömmlichen Verfahren.

Figur 1 zeigt die Übertragung von Datenbursts über einen Datenkanal λ_1 einer bestimmten Wellenlänge. Zunächst wird ein Datenburst BURST1 übertragen, der mehrere Datenpakete beinhaltet (der Header wurde zuvor auf einer Wellenlänge in einem Service-Kanal übertragen). Nach der Beendigung des Bursts werden zunächst keine Daten übertragen, so dass Kanalkapazität WCA vergeudet wird. Erst anschließend wird ein zweiter Datenburst BURST2 einer zweiten Signalquelle über den selben Datenkanal λ_1 (die selbe Wellenlänge) übertragen. Anhand von Figur 2 wird offensichtlich, dass nur ein Teil der Kanalkapazität genutzt wird.

20

Figur 2 zeigt das erfinderische Verfahren. Nach der Übertragung des ersten Datenburst BURST1 der ersten Datenquelle, eines Netzknotens A, werden anschließend IP-Pakete vom selben Netzknoten über den Kanal gesendet, die aber nicht zu einem weiteren Burst akkumuliert werden. Erst wenn ein Burst BURST2 einer weiteren Datenquelle, eines Netzknotens (D), zur Übertragung ansteht, wird die Aussendung der Datenpakete IP_{OF}

25

30

35

"on-the-fly" unterbrochen und der BURST2 übertragen. Wegen der Kombination der Burst- und der Datenpakete-Übertragung wird dies Verfahren als Hybrid-OBS oder "Adaptive Path Optical Network: APON" bezeichnet.

5

Anhand von **Figur 3** wird das Verfahren näher erläutert. In der Figur ist ein optisches Netz dargestellt, dass über optische Schalteinrichtungen S1 bis S7 verfügt sowie über Endknoten A bis G, die als Schnittstelle zum eigentlichen optischen Verkehrsnetz jeweils von verschiedenen Teilnehmern Datensignale empfangen, diese in Datenbursts umsetzen und über das optische Netz zu einem anderen Netzknoten senden, der das Datensignale oder unterschiedliche Datensignale wiederum den Teilnehmern zuführt. In der Gegenrichtung werden über das optischen Verkehrsnetz empfangene Datensignale an die Teilnehmer weitergeleitet.

10
15

Wir gehen von einer ersten Phase P1, der Consecutive-Phase, aus, bei der bereits der BURST1 ausgesendet wurde und die Datenpakete "on-the-fly" vom Endknoten A zum Endknoten G übertragen werden. Diese Phase hält so lange an, bis in einer zweiten Phase P2 beispielsweise der Endknoten D unter Nutzung eines Service-Kanals eine Anfrage REQ über die Schalteinrichtung S4 und die Schalteinrichtung S5 zum Endknoten E schickt, um eine Reservierung von Übertragungskapazität (eines Datenkanals) für seinen Datenburst BURST2 durchzuführen. Die Schalteinrichtung S4 empfängt diese Anfrage und, da kein anderer Datenkanal (keine andere Wellenlänge) frei ist, informiert den Endknoten A mittels eines Unterbrechungssignals DISC (Disconnect), dass die bestehende Verbindung unterbrochen wird. Der Endknoten E, dem D die Daten zusenden will, empfängt nun die Reservationsanfrage und sendet eine Bestätigung ACK (Acknowledgement) zurück zum Endknoten D. D empfängt diese Bestätigung und kann nun seinen Datenburst BURST2 aussenden. Die Darstellung in Figur 2 zeigt dieses "Multiplex-Burstsignal" auf der Verbindung zwischen den Schalteinrichtungen S4 und S5.

20
25
30
35

Eine Variante in Phase 3 besteht darin, das die Schalteinrichtung S4 das Bestätigungssignal des Endknotens E abwartet, der die "on-the-fly" gesendeten Datenpakete als freie Verbindung ansieht und deshalb trotzdem seine Bestätigung ACK ausendet. Erst dann wird von der Schalteinrichtung S4 das Unterbrechungssignal an den Netzknoten A gesendet.

Nach dem Herstellen der Verbindung D - E bleibt diese Verbindung jetzt für weitere Datenpakete von D bestehen, bis sie von einem der Endknoten, beispielsweise auch wieder vom Endknoten A, erneut unterbrochen wird.

Das Hybrid-OBS-Verfahren kann ebenfalls für bidirektionale Verbindungen verwendet werden. Die Unterbrechungssignale müssen dann an beide miteinander in Verbindung stehende Netzknoten gesendet werden.

Figur 4 zeigt die Eigenschaften des Hybrid-OBS und der bekannten Verfahren: λ -switching λ S, Optical Burst Switching OBS und Two-way-Reservation 2WR-OBS. Im Vergleich mit OBS und 2WR-OBS ist die Verzögerungszeit T_D bei der Aussendung eines Datenpakets niedrig. Gegenüber λ -Switching, bei dem ja stets eine komplette Wellenlänge und damit ein kompletten Übertragungskanal zur Verfügung steht, ist die Verzögerungszeit natürlich höher. Die Blockierungswahrscheinlichkeit P_B ist sehr niedrig, da das Hybrid-OBS ebenfalls mit Reservierung und Bestätigung arbeitet. Sie ist niedriger als bei beiden OBS-Verfahren, da nur eine geringere Anzahl von Bursts übertragen werden muss. Die Wavelength Consumption (Wellenlängennutzung) WU wird mit der des 2WR-OBS gleichgesetzt, da die Übertragung der IP-Datenpakete nicht berücksichtigt wird, denn die Consecutive-Phase wird vom System als freie Kapazität angesehen. Der Jitter ist wegen der geringen Wartezeiten insbesondere während der Consecutive-Phase sehr klein, auch wird während dieser Phase kein Signalisierungs-Overhead benötigt.

Zusammengefasst kann somit gesagt werden, dass das Hybrid-OBS gegenüber dem bisherigen Burst-Übertragungsverfahren wesentliche Vorteile bietet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Übertragung von Datenpaketen (IP) zwischen
Netzknoten (A, G) eines optischen Netzes, bei dem zu-
5 nächst die Übertragungskapazität eines Datenkanals (λ_1)
reserviert wird und anschließend zu einem Datenburst
(BURST1) zusammengefasste Datenpakete (IP) übertragen
werden,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass nach der Übertragung des Datenbursts (BURST1) die
Datenverbindung (A - G) über den Datenkanal (λ_1) erhalten
bleibt und während dieser Consecutive-Phase (CPH) weitere
Datenpakete zwischen den Netzendknoten (A, G) übertragen
werden und
15 dass die Verbindung erst dann beendet wird, wenn der be-
stehende Datenkanal (λ_1) zumindest abschnittsweise zur Ü-
bertragung eines Datenbursts (BURST2) einer anderen Ver-
bindung (D - E) benötigt wird.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Anfrage (REQ) zur Reservierung von Übertra-
gungskapazität / eines Datenkanals (λ_1) von einem die Re-
servierung wünschenden Netzknoten (D) über Schalteinrich-
25 tungen (S4, S5) des optischen Netzes zu einem Endknoten
(E) gesendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
30 dass eine Reservierung von Übertragungskapazität / eines
Datenkanals (λ_1) für eine neue Verbindung (D - E) nur wäh-
rend der Consecutive-Phase (CPH) erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,
35 dadurch gekennzeichnet,
dass ein Unterbrechungssignal (DISC) über die im Verbin-
dungsweg (A - G) liegenden Schalteinrichtungen (S4, S1)

an den die gewünschte Verbindung in der Consecutive-Phase (CPH) zur Aussendung von Daten nutzenden Endknoten (A) erfolgt.

- 5 5. Verfahren nach Anspruch 2,
dass die Reservierung von Übertragungskapazität nach einem Two-way-Reservation-OBS-Prinzip durch Anfrage und Bestätigung erfolgt.
- 10 6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Reservierung von Übertragungskapazität / Übertragungskanälen für bidirektionale Verbindungen erfolgt.
- 15 7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Reservierung von Übertragungskapazität für eine neue Verbindung (D - E) ein Unterbrechungssignal (DISC)
- 20 an beide Netz-Endknoten (A,G) einer Verbindung (A - G) über die im Verbindungsweg (A - G) liegenden Schalteinrichtungen (S4, S5) gesendet wird.
- 25 8. Verfahren nach Anspruch 4 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Unterbrechungssignal (DISC) erst dann gesendet wird, wenn eine Bestätigung (ACK) durch den eine Anfrage (REQ) zur Reservierung von Übertragungskapazität empfangenden Endknoten (E) erfolgt ist.

30

FIG 1

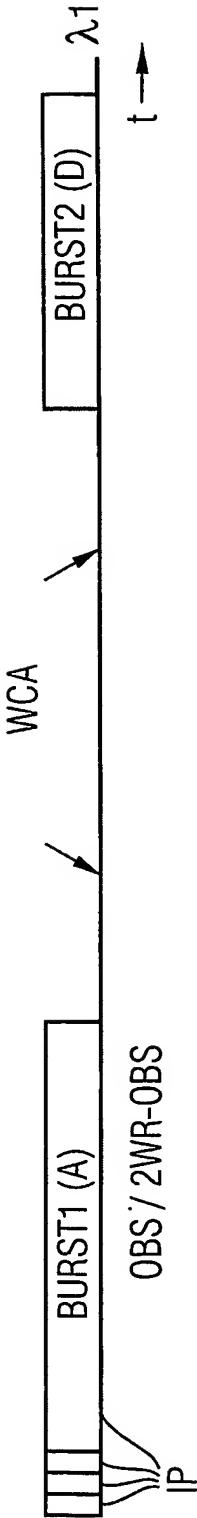


FIG 2

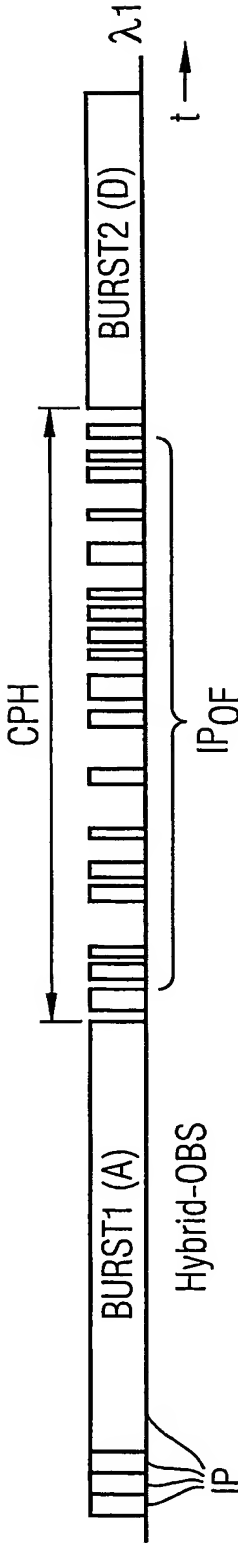


FIG 3

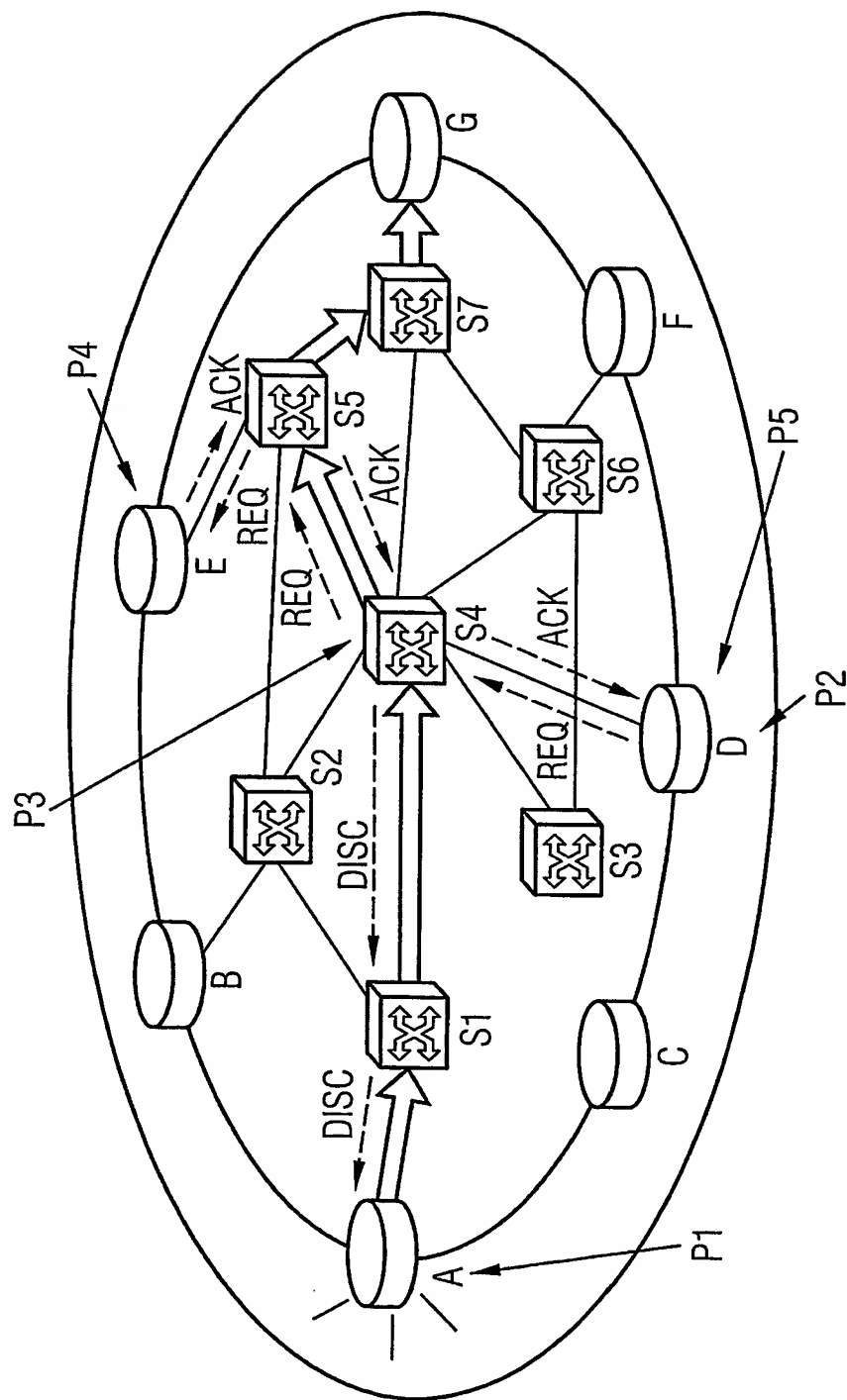
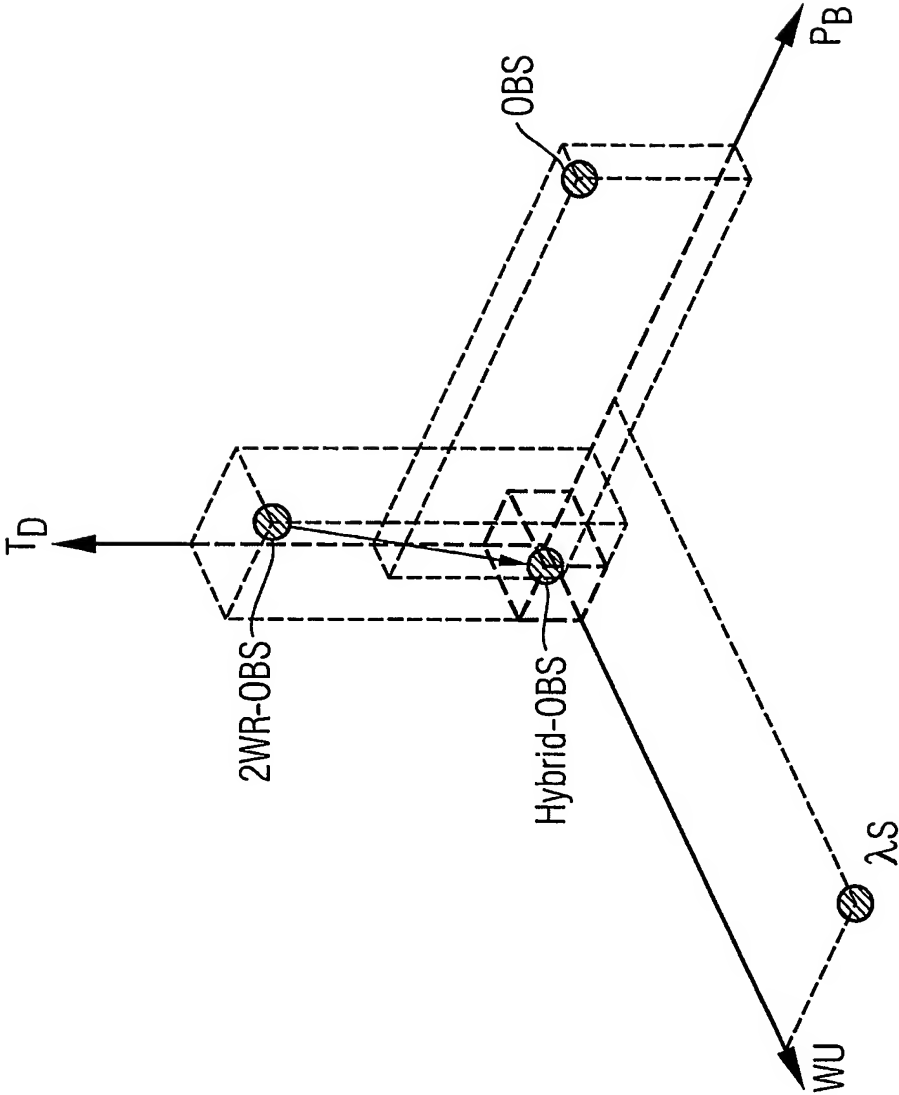


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/051756

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H04Q11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>SAHARA A ET AL OPTICAL SOCIETY OF AMERICA / INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS: "Demonstration of optical burst data switching using photonic, MPLS routers operated by GMPLS signaling" OPTICAL FIBER COMMUNICATION CONFERENCE. (OFC). POSTCONFERENCE DIGEST. ATLANTA, GA, MARCH 23 - 28, 2003, TRENDS IN OPTICS AND PHOTONICS SERIES. (TOPS), WASHINGTON, DC : OSA, US, vol. TOPS. VOL. 86, 23 March 2003 (2003-03-23), pages 220-222, XP010681096 ISBN: 1-55752-746-6 the whole document</p> <p style="text-align: center;">----- -/-</p>	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 November 2004

Date of mailing of the international search report

13/12/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Meurisse, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/051756

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CHEYNS J ET AL: "ORION: a novel hybrid network concept: overspill routing in optical networks" TRANSPARENT OPTICAL NETWORKS, 2003. PROCEEDINGS OF 2003 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON WARSAW, POLAND 29 JUNE-3 JULY 2003, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 29 June 2003 (2003-06-29), pages 144-147, XP010681414 ISBN: 0-7803-7816-4 page 145, paragraph 2 - page 174, paragraph 3 -----	1-8
A	QIAO C: "LABELED OPTICAL BURST SWITCHING FOR IP-OVER-WDM INTEGRATION" IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, IEEE SERVICE CENTER. PISCATAWAY, N.J, US, vol. 38, no. 9, September 2000 (2000-09), pages 104-114, XP000975327 ISSN: 0163-6804 figure 4 -----	1-8
A	US 2002/109878 A1 (QIAO CHUNMING) 15 August 2002 (2002-08-15) figure 1 -----	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/051756

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002109878 A1	15-08-2002	W0 02067505 A1	29-08-2002

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/051756

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H04Q11/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H04Q

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
A	SAHARA A ET AL OPTICAL SOCIETY OF AMERICA / INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS: "Demonstration of optical burst data switching using photonic, MPLS routers operated by GMPLS signaling" OPTICAL FIBER COMMUNICATION CONFERENCE. (OFC). POSTCONFERENCE DIGEST. ATLANTA, GA, MARCH 23 - 28, 2003, TRENDS IN OPTICS AND PHOTONICS SERIES. (TOPS), WASHINGTON, DC : OSA, US, Bd. TOPS. VOL. 86, 23. März 2003 (2003-03-23), Seiten 220-222, XP010681096 ISBN: 1-55752-746-6 das ganze Dokument ----- -/-	1-8

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. November 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

13/12/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Meurisse, W

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	CHEYNS J ET AL: "ORION: a novel hybrid network concept: overspill routing in optical networks" TRANSPARENT OPTICAL NETWORKS, 2003. PROCEEDINGS OF 2003 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON WARSAW, POLAND 29 JUNE-3 JULY 2003, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 29. Juni 2003 (2003-06-29), Seiten 144-147, XP010681414 ISBN: 0-7803-7816-4 Seite 145, Absatz 2 - Seite 174, Absatz 3 -----	1-8
A	QIAO C: "LABELED OPTICAL BURST SWITCHING FOR IP-OVER-WDM INTEGRATION" IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, IEEE SERVICE CENTER. PISCATAWAY, N.J, US, Bd. 38, Nr. 9, September 2000 (2000-09), Seiten 104-114, XP000975327 ISSN: 0163-6804 Abbildung 4 -----	1-8
A	US 2002/109878 A1 (QIAO CHUNMING) 15. August 2002 (2002-08-15) Abbildung 1 -----	1-8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/051756

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2002109878 A1	15-08-2002	WO 02067505 A1	29-08-2002